

Високодисперсні частинки сферичної форми білого кольору – нанорозмірів 220...650 нм, більшість яких розмірів 400...430 нм, склад яких не розрізняється енергодисперсійним методом мікроаналізу. Тому можна припустити, що вони відповідають нітридам або карбонітридам ванадію. Таким чином, у наплавленому металі зосереджено комплекс механізмів зміцнення – твердорозчинний, дислокаційний, дисперсійний частинками силіконітридів марганцю і нітридів або карбонітридів ванадію (VCN), та  $\gamma \rightarrow \alpha'$  ДМПЗ. Виділення дисперсних частинок надлишкових твердих фаз при відпуску з одного боку зміцнює наплавлений метал, з другого дестабілізує аустеніт, активізує таким чином розвиток  $\gamma \rightarrow \alpha'$  ДМПЗ, що забезпечує підвищення зносостійкості при оптимальних параметрах фазово-структурного складу та метастабільності аустеніту.

**Чубіна О.А., Чубін К.І., Стороженко С.А.**

*(ДДТУ, м. Кам'янське)*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОВІДХОДІВ**

**E-mail:** ms.chubina@ukr.net

Ні для кого не секрет, що утилізація відходів ливарного виробництва наразі є актуальною проблемою раціонального ресурсокористування [1].

Відомо, що тільки при плавлі металу утворюється велика кількість відходів (до 40...100 кг на 1 т), певну частину яких складають шлаки і зливи, що містять сполуки хлору, фтору та сполуки інших металів, які в даний час не використовують як вторинну сировину, а вивозяться у відвали. Вміст заліза в подібного роду відвалах становить 15...45%.

Пил і шлаки газоочищення плавильних цехів та відділень, за вмістом заліза і ряду інших компонентів (СаО, МnО і С), теж являють собою цінну металургійну сировину. З ними, особливо пилом газоочищення електросталеплавильних цехів, крім заліза, втрачається в даний час також цілий ряд інших цінних металів і легувальних елементів – Zn, Pb, Cd, Cr, Nb та ін. [2].

Проблему ефективного використання металовідходів найраціональніше вирішувати при організації їх переплавки безпосередньо на місці утворення – в ливарних цехах машинобудівних заводів без тривалого транспортування і безповоротних втрат металу.

Зараз відомі різні способи перероблення металовмісних відходів, але тільки деякі з них отримали широке застосування у промисловості.

Перспективу комплексного рішення проблеми утилізації металовмісних відходів відкриває застосування ротаційних печей, що нахилиються (РНП). Найбільші переваги РНП демонструють при переробленні дисперсних металовідходів, що не вимагає проведення їх попередньої підготовки: сушки, видалення мастил, гомогенізації, огрудкування, брикетування і так далі.

Залежно від поставленого завдання і наявних на підприємстві технічних можливостей, РНП дозволяють реалізувати різні технологічні схеми рециклінгу. За наявності на виробництві електричних плавильних печей найбільш раціональним варіантом перероблення є реалізація дуплекс-процесу: «РНП – індукційна піч» або «РНП – дугова піч».

За цією схемою на першому етапі в РНП здійснюється переплавка або плавка з відновлювання початкової дисперсної сировини, а на другому етапі отриманий в РНП розплав у рідкому вигляді передається в індукційну або електродугову піч, які треба розглядати як активні рафінувальні агрегати. При цьому виключається необхідність повторного розплавлення металу.

З урахуванням вищезазначеного, було б цікаво відпрацювати в індукційній печі спосіб отримання сплаву заданого хімічного складу в ході рафінування металевого напівпродукту з РНП.

Для цього групою вчених в умовах дослідної лабораторії Дніпровського технічного університету було проведено декілька високотемпературних експериментів. Для одночасного видалення сірки і кремнію з металевого напівпродукту, отриманого в РНП з чавунної і змішаної стружки, на базі 150-кг індукційної печі була змонтована лабораторна установка з двокамерним тиглем.

В камері для видалення кремнію продували металевий розплав з початковою температурою 1330...1370 °С киснево-паливними струменями за допомогою двосоплової фурми типу «труба в трубі» з витратою кисню 0,7...1,0 м<sup>3</sup>/(т·хв) і природного газу 0,03...1,00 м<sup>3</sup>/(т·хв). У той же час рафінування розплаву по сірці забезпечувалося в камері десульфурації подачею через занурену фурму з випарником циліндричної форми фрезерованого магнію (Mg = 99,3%, фракції 0,6...1,0 мм) з витратою 0,062...0,066 кг/т·хв у потоці аргону з інтенсивністю 0,11...0,18 м<sup>3</sup>/т·хв. В процесі обробки в кожній з камер відбиралися проби металу і шлаку та проводився замір температури розплаву.

Протягом 22...25 хв оброблення 130 кг розплаву, з введенням в камеру для видалення сірки фрезерованого магнію і вдуванням в камеру для видалення кремнію киснево-паливних струменів, що починали з другої хвилини операції, вдалося організувати спокійний характер продування з роздільним накопиченням шлакоподібних продуктів реакції знекремнення і десульфурації. Після закінчення оброблення концентрація сірки в розплаві становила 0,003...0,010% порівняно з початковим вмістом 0,050%. У той же час, глибина продування розплаву киснево-паливними струменями забезпечувала зниження вмісту вуглецю, кремнію, марганцю та фосфору до 3,7...3,8%, 0,05...0,15%, 0,05...0,07% та 0,046...0,048% відповідно, порівняно з вихідним середнім вмістом 4,05% С, 0,85% Si, 0,11% Mn, 0,054% P.

Комплексне оброблення розплаву в двокамерному тиглі 150-кг індукційної печі дозволило застосувати одночасне видалення кремнію та сірки при ступені знекремнення від 81,5 до 93,0% та ступені десульфурації від 77,3 до 91,6%.

Завдяки проведеним високотемпературним експериментам було доведено, що перетворюючи в РНП практично будь-які металовідходи на якісний напівпродукт та при керуванні деякими параметрами рафінування в індукційній печі, можна отримати якісні ливарні сплави і організувати дійсно безвідходний оборот металу на машинобудівних підприємствах.

#### Література:

1. Кривицкий В.С. Утилизация отходов литейного производства / В.С. Кривицкий // Литейное производство, 1991. – № 12. – С.42.
2. Шалевская И.А. Исследование возможности утилизации отходов формовочных смесей / И.А. Шалевская, Ю.И. Гутько // ВІСНИК Донбаської державної машинобудівної академії. – №4 (25), УДК 502.1(075.8).
3. Ровин С.Л. Применение ротационных наклоняющихся печей для организации безотходного оборота металлов на машиностроительных предприятиях и производства отливок / С.Л. Ровин, А.С. Калиниченко // Литье Украины, 2017. – №8 (204). – С. 2 – 8.

**Шинский О.И, Дорошенко В.С.**  
**(ФТИМС НАН Украины, г. Киев)**

### **РАСШИРЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ОТЛИВОК ДЛЯ РОТОРНО-КОНВЕЙЕРНЫХ ЛИНИЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛГМ-ПРОЦЕССА**

**E-mail: doro55v@gmail.com**

Конструкции роторно-конвейерных линий (РКЛ) включают взаимодействие оснастки, заготовки и инструмента в процессе непрерывного транспортного перемещения в пространстве с одинаковой скоростью по радиусным и линейным траекториям. Среди недостатков РКЛ – слабая гибкость (возможность переналадки на выпуск новой продукции). Вследствие конструктивной сложности, заложенной в самом принципе действия роторных машин, наибольшая их эффективность наблюдается при массовом производстве достаточно простых деталей и изделий, требующих простых движений для кинематической связи инструмента и заготовки в процессе обработки. Большинство действующих РКЛ настроены на выпуск серийной продукции в больших объемах, что показано на схеме зон эффективного использования технологического оборудования различной универсальности и автоматизированности (рис. 1) [1]. Так, серийность и производительность РКЛ выше, чем САП, которые включают автоматические линии из специальных станков и переналаживаемые агрегатные автоматические линии.

В базе данных ДП «Укрпатент», есть два патента на литейные РКЛ. Первая РКЛ1 для изготовления разовых газифицируемых моделей (пат. 43781 UA /